

одном и том же давлении на основание, причем не превышающем величины R , а для нелинейных моделей эти соотношения подобия справедливы во всем диапазоне нагрузок, но в точках различного давления («подобные точки»).

Таким образом, метод «подобных точек» в полной мере позволяет реализовать принцип расчета по второй группе предельных состояний и прогнозировать осадку сооружений в стадии нелинейного деформирования грунта. Это обстоятельство позволяет повысить нагрузку на основании, например, вследствие повышения этажности здания. Кроме того, использование соотношения (3) дает возможность определять один из наиболее важных параметров нелинейной деформационной модели Боткина-Конднера для грунта естественного сложения и, тем самым более надежно решать некоторые другие практически важные задачи механики грунтов, например, задачу учета влияния соседних фундаментов.

Библиографический список

1. Алехин А.Н. К определению осадки основания за пределом линейной деформации в грунте // Эффективность проектных решений фундаментов. Йошкар-Ола: изд. МПИ, 1992, с. 53-58.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗНЫХ РАСЧЁТОВ ОСАДОК ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬНОМ ПОНИЖЕНИИ УРОВНЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

доц. Ю.И.ЯРОВОЙ, асп. С.В.ПЕРЕГРИМОВ

Уральская государственная академия путей сообщения

Возведение подземных сооружений, как правило, сопровождается интенсивным водоотливом или предварительным строительным понижением уровня подземных вод (УПВ), что приводит к росту эффективных напряжений $\Delta\sigma_z$ в массиве пород на величину сниженного гидростатического давления ΔH , вызывает сжатие дисперсных грунтов и обуславливает образование на поверхности мульды осадок в пределах границ депрессионной воронки. Наиболее рельефно этот процесс проявляется при глубоком понижении УПВ, например, при проходке транспортных и коммунальных тоннелей, и опасен для существующей городской застройки при неоднородном литологическом строении толщи и вследствие возможной суффозии грунтов.

На рис. 1. показана расчетная схема депрессионной воронки, формирующейся при совместном действии строительного водопонижения и дренажа сквозь тоннельную выработку, характерная для строительства I очереди метрополитена в г. Екатеринбурге. Откачка воды производится из одиночной или нескольких глубоких скважин, расположенных в виде куста (например, у шахтного ствола) либо по линии вдоль тоннелей. Кроме того, само подземное сооружение является горизонтальной дренажной, принимающей воду через забой и участки боковой поверхности при отсутствии гидроизоляции. Таким образом, необходимо рассчитать параметры депрессионной кривой при вертикальном или горизонтальном дренаже, а также при их возможном совмещении. В первых двух случаях рассматривается дренаж при неограниченной области питания [1], в последнем - область питания ограничена радиусом депрессионной воронки от строительного водопонижения. При совместном действии строительного водопонижения и водоотлива из тоннеля, характеризуемого длиной дренирующего участка B с координатами его центра X_d и Y_d , центр системы водопонижения (центр «большого колодца» с координатами X_c , Y_c) адекватен области естественного дренажа, т.е. водоприток к тоннелю несимметричен. Пласт ограничен двумя линейными границами зоны питания: границей депрессионной воронки, расположенной на расстоянии l_1 от центра горизонтального дренажа, и центром «большого колодца», находящимся на расстоянии l_2 от горизонтального дренажа. Размер l_3 равен расстоянию между центром «большого колодца» и границей депрессии L . В основании воронки - эллипс, вытянутый с севера на юг, при отношении

составляющих радиусов депрессии по осям X и Y , и соответствующих коэффициентов фильтрации $R_y/R_x = k_y/k_x \approx 1.5...3$. Такие коэффициенты анизотропии фильтрации k_{af} в плане вызваны субмеридиональной трещиноватостью коренных пород и соответствуют фильтрационной стратификации верхних горизонтов скальных массивов. В разработанном алгоритме прогнозных расчетов [2] при определении границы L исходят из допущения равенства площадей оснований воронки - круга радиусом R (изотропия) и эллипса (анизотропия). Радиус депрессии R определяется гидрогеологическим расчётом [1] в зависимости от условий фильтрации и типа дренажа. Сниженный напор H_i и падение S_{wi} УПВ в любой точке депрессионной воронки вычисляется с учетом k_{af} и использованием среднего коэффициента фильтрации водопроницаемой толщи k_{mt} (прямая задача) либо по известной, например, в результате опытной откачки или эксплуатации водопонижающей системы, величины притока к выработке Q' (обратная задача).

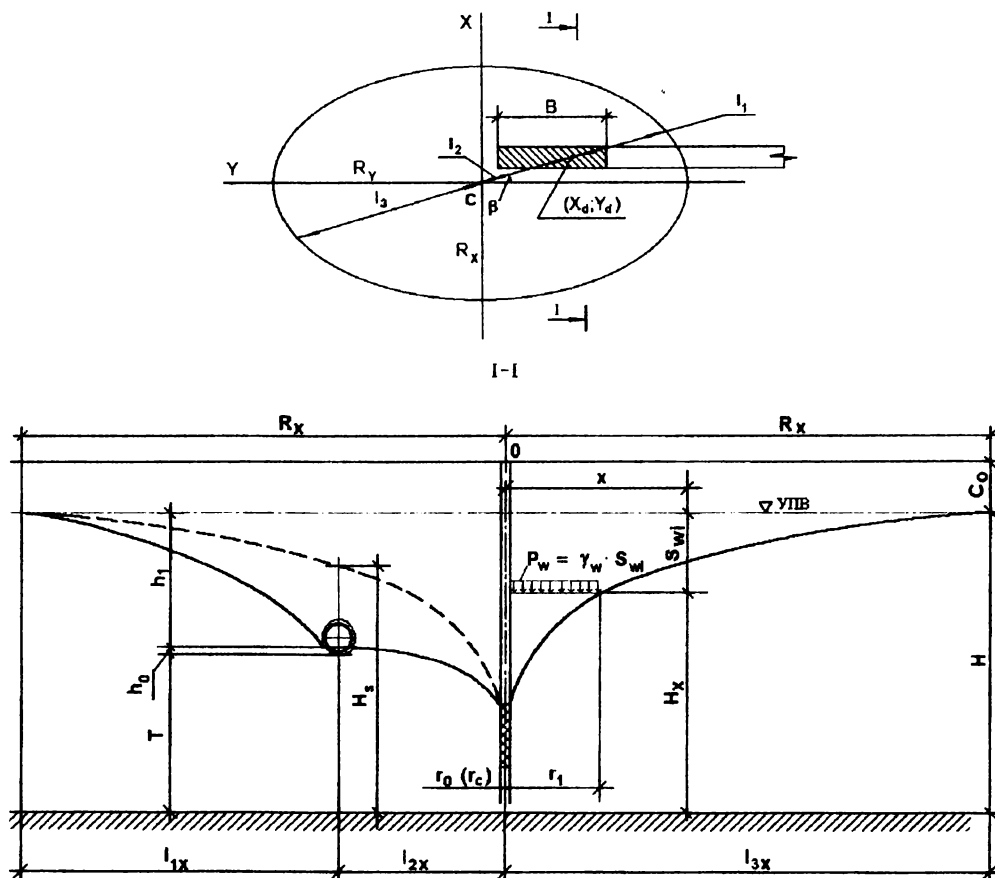


Рис. 1. Схема к расчёту времени осушения грунта в депрессионной воронке

Прогнозирование конечной (консолидированной) величины осадок в мульде депрессии осуществляется «интегральным способом» [3] на базе решения задач о силе (P_w на рис. 1), приложенной внутри полупространства, в условиях: трехмерного сжатия, плоской деформации либо одномерной задачи уплотнения. Выбор способа решения зависит от характера депрессионной поверхности и вида грунтов, слагающих сжимаемую толщу. Например, если депрессионная воронка образуется в результате работы куста или одиночной скважины и в пределах всей глубины S_{w0} залегают дисперсные грунты, - задача пространственная. Если при этих же условиях происходит дренаж сквозь тоннель и в воронке образуется «плоское дно», (одинаковое падение УПВ на большой площади) либо в пределах депрессии располагаются прочно-структурные грунты, не деформирующиеся под действием напряжений $\Delta\sigma_z$,

- происходит одномерное уплотнение, характер возможных эпюр давления которого $P_w = \Delta\sigma_z$ представлен на рис. 2., а расчетная формула осадок поверхности имеет вид:

$$S_0 = 0.4\gamma_w S_{w1} \left[S_{w1} / E_{pj} + (1+\alpha)h_i / E_{pi} \right] \quad (1)$$

где S_{w1} - понижение УПВ в пределах плоского дна (принимается не глубже кровли скальных грунтов);

h_i - мощность дисперсных грунтов от сниженного УПВ до кровли скальных либо прочностных глинистых грунтов в пределах плоского дна;

E_{pi} и E_{pj} - приведенные значения компрессионного модуля деформации в пределах соответственно i -ой и j -ой мощности дисперсных грунтов;

α - коэффициент рассеивания напряжений в линейно деформируемом полупространстве;

$\beta/2 = 0.4$ - коэффициент, учитывающий условность расчётной схемы.

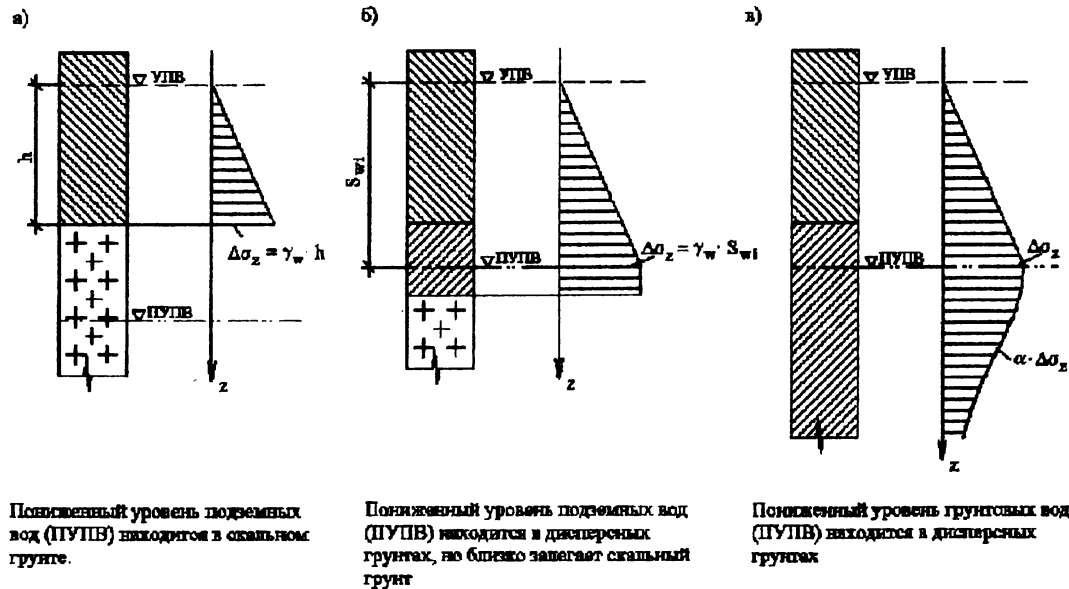


Рис.2. Эпюры увеличения эффективных напряжений в скелете грунта при водопонижении

Максимальная величина $\Delta\sigma_z \leq 0.5...0.6$ МПа не превышает «структурной прочности» [3] скальных пород и не вызывает их сжатия. Общая величина осадки за время осушения t определяется из выражения:

$$S_{(t)} = S_{1(t)} + S_{2(t)} \quad (2)$$

где $S_{1(t)}$ и $S_{2(t)}$ - осадки, соответственно, на первом (треугольный) и втором (прямоугольном или трапециевидном) участках эпюры уплотняющих напряжений.

В реологическом процессе определяющая роль принадлежит фильтрационной стадии консолидации - скорости рассеивания избыточного порового давления, вызванного: в случае «а» осушением грунтов в депрессионной воронке; «б» и «в» - осушением (участок I эпюры $\Delta\sigma_z$) и выдавливанием воды из пор под действием уплотняющего давления. Эпюра «а» характерна для большинства депрессионных воронок при тоннелях глубокого заложения и мощности дисперсных грунтов, не превышающей эту глубину. Эпюры «б» и «в» соответствуют случаям, когда мощность дисперсных грунтов превышает заложение тоннеля, что наблюдается в глубоких карманах выветривания или при мелком заложении тоннеля. Мониторингом установлено, что за период от начала откачек до стабилизации депрессионной воронки происходит 65...90% от максимальной величины наблюдаемых осадок зданий. На базе известных зависимостей гидрогеологии [1] получены формулы для расчета времени t осушения грунта в воронке для различных условий откачек и дренажа с учетом анизотропии

фильтрации в плане. Приняв допущение о 75% степени консолидации осадок S_0 за период t , производится расчет величин $S_{1(t)}$ и $S_{2(t)}$ на основании теории фильтрационной консолидации [3] с учетом структурной прочности грунтов и сжимаемости газосодержащей жидкости.

Разработанная методика прогнозных расчетов реализована в авторском пакете компьютерных программ АРМ «Прогноз», расчетные и фактические величины осадок и деформаций поверхности достаточно близки.

Библиографический список

1. Справочное руководство гидрогеолога. 3-е изд. перераб. и доп. Т.1/В.М. Максимов, В.Д. Бабушкин, Н.Н. Веригин и др. Под ред. В.М. Максимова. - Л.: Недра, 1979. - 512 с.
2. Яровой Ю.И. Теоретические основы методики прогноза деформаций земной поверхности в связи со строительством метрополитена. // Тр. академии / Уральская государственная академия путей сообщения. 1997. Выпуск 5(87). Екатеринбург, УрГАПС, 1997. с. 120 - 129.
3. Цытович Н.А., Тер-Мартirosян З.Г. Основы прикладной геомеханики в строительстве. Учебное пособие - М.: Высш. школа, 1981. - 317 с.

СПОСОБ ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАСЫПЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА

доц. В.И.ЯМОВ, студ. А.В.ЛАМЕХОВ

Уральский государственный технический университет

Основания, сложенные насыпными грунтами, обладают, как правило, значительной неоднородностью. Основные факторы, обуславливающие неоднородность механических свойств, как грунтовой среды, складываются из неодинаковой плотности массива в плане и по глубине, а также разнородности составляющих материалов насыпи. Обширные площади неиспользованных промышленных отвалов Свердловской области возможно использовать, как основания для промышленной застройки. При расширении производства для отвода названных территорий под строительство необходима информация о поведении насыпей под нагрузкой с определением их механических свойств. Согласно строительным нормам, равномерность сжимаемости насыпных грунтов должна определяться на основе штамповых испытаний. В силу неоднородности свойств насыпей, становится необходимым проводить статистическую обработку множества значений получаемых результатов определений (испытаний). Точность получаемой величины грунтовой характеристики обладает прямой зависимостью по отношению к количеству определений.

По экономическим соображениям проводить большое количество испытаний насыпей штампом (по рекомендации норм) ведет к значительному удорожанию инженерно-геологических работ. Экономически выгоднее проводить оценку механических свойств насыпей прессиометрическими, более дешевыми, способами, увеличивая количество определений тем самым можно повысить точность определяемой характеристики после статистической обработки.

Прессиометрические испытания проводятся в буровых скважинах диаметром 70-90 мм установками ПВ-60-2М. Неоспоримым преимуществом испытаний является практическое отсутствие ограничения по глубине и дешевизна при максимальном значении коэффициента вариации равным 20%. Для насыпей промышленных отходов мощностью более 5-6 м, названный метод является единственно возможным. Результатами методики являются статистически обработанные значения модуля общей деформации, удельного сцепления и угла внутреннего трения, вычисленные в результате обработки прессиометрических графиков полевых испытаний по специальной программе в пакете MCAD.